



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Vegetationens roll i erosiva vattendrag

– En review och fältstudie av två nyckelområden i Rönne å

The role of vegetation in river bank erosion

– A review and field study of two key areas in Rönne å

Malin Leth

Vegetationens roll i erosiva vattendrag
– En review och fältstudie av två nyckelområden i Rönne å

The role of vegetation in river bank erosion

– A review and field study of two key areas in Rönne å

Malin Leth

Handledare: Eva-Lou Gustafsson, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Arne Nordius, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Examensarbete för landskapsingenjörer

Kurskod: EX0361

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Examen: *Kandidatexamen i landskapsplanering*

Ämne: Landskapsplanering

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad och -år: januari 2014

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *erosion, river bank, tree, root, plant, infiltration, interception*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Förord

Detta examensarbete är det avslutande momentet för landskapsingenjörsprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet, och omfattar 15 högskolepoäng. Examensarbetet har genomförts på Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Examensarbetet utgör en del av ett projekt som Statens Geotekniska Institut driver, som hanterar naturanpassade erosionsskydd i vattendrag. Examensarbetet utförs för att bidra med den teoretiska delen om växter som erosionsskydd.

Under examensarbetets gång har jag haft mycket hjälp av mina handledare och jag vill därför framföra ett stort tack till dem. Deras samarbete, kunskap och information har varit värdefullt för examensarbetets resultat. Ett stort tack till:

Per Danielsson (Statens Geotekniska Institut), för att jag fick möjligheten att genomföra detta examensarbete, samt för all handledning och feedback du givit mig.

Eva-Lou Gustafsson (Sveriges Lantbruksuniversitet), för all handledning och feedback som givits under arbetet.

Jag vill även framföra ett tack till **Ängelholms kommun**, som bistått med underlag till fältstudien och områdesspecifik information.

Alnarp, januari 2014.

Malin Leth

Abstract

The vegetation's impact on erosion control is widely explored, even though research' results are scattered where it suggests a both positive and negative relationship between roots and erosion tendency. Research has measured the roots' impact on erosion by many different methods, hence the aim of this study is to offer a clearance of what factors play an important role in the choice of appropriate species controlling river bank erosion. I have therefore studied 17 articles concerning vegetation and erosion control, which were found in different databases such as: Web of Knowledge, Biological Sciences, Academic Search Elite and Google Scholar. The articles were then analysed and formed to a theoretical model, which was applied on a field study of two key areas facing erosion in a river bank; Rönne å, Ängelholm municipality, Sweden.

The result of this study stresses the importance of infiltration as well as interception on erosion control. The more the stormwater runoff can be delayed, the less the transport of sediment will occur. Therefore, areas with low infiltration and interception will face bigger problems on river bank erosion than others that do not.

Appropriate species to use in controlling river bank erosion are the ones corresponding to the following factors: high density of fine roots, fast growing, root length, dense root system, stress tolerance and competitive strategies. Other factors to regard are the ones concerning ground cover, succession, existing vegetation and diversity.

Innehållsförteckning

1 INLEDNING	7
1.1 PROBLEMBAKGRUND	7
1.2 PROBLEMDISKUSSION	8
1.3 FRÅGESTÄLLNING	8
1.4 SYFTE	8
1.5 AVGRÄNSNING	8
1.6 DISPOSITION	9
2 TIDIGARE FORSKNING.....	10
3 METOD.....	11
3.1 DATAINSAMLING.....	11
3.2 ANALYS.....	11
3.3 FÄLTSTUDIE.....	12
4 VEGETATION OCH MARKENS EROSIONSBENÄGENHET	13
4.1 FAKTORER.....	13
5 RÖNNE Å SOM FÄLTSTUDIE.....	17
5.1 NYCKELOMRÅDEN	17
5.1.1 Nyckelområde 1	18
5.1.2 Nyckelområde 2	20
6 APPLICERING AV TEORI.....	23
6.1 TEORETISK MODELL.....	23
6.2 NYCKELOMRÅDE 1	24
6.3 NYCKELOMRÅDE 2	24
7 LÖSNINGSFÖRSLAG	25
7.1 NYCKELOMRÅDE 1	25
7.2 NYCKELOMRÅDE 2	27
8 DISKUSSION	29
8.1 SLUTSATSER	30

FIGURFÖRTECKNING

FIGUR 1. ANTAL ARTIKLAR PER FAKTOR.....	13
FIGUR 2. KARTA ÖVER VALDA NYCKELOMRÅDEN I RÖNNE Å	17
FIGUR 3. DETALJERAD KARTA ÖVER NYCKELOMRÅDE 1	18
FIGUR 4. ARTFÖRDELNING NYCKELOMRÅDE 1	19
FIGUR 5. DETALJERAD KARTA ÖVER NYCKELOMRÅDE 2	20
FIGUR 6. ARTFÖRDELNING NYCKELOMRÅDE 2	21
FIGUR 7. TEORETISK MODELL.....	23
FIGUR 8. TEKNISK PRINCIPSKISS ÖVER ÅKANTEN	25

TABELLFÖRTECKNING

TABELL 1. SAMMANSTÄLLNING AV SÖKRESULTAT PER JOURNAL.....	11
TABELL 2. SAMMANSTÄLLNING OCH KLASSIFICERING AV ARTIKLAR	14
TABELL 3. INVENTERING, NYCKELOMRÅDE 1	19
TABELL 4. INVENTERING, NYCKELOMRÅDE 2	21
TABELL 5. VÄXTLISTA, NYCKELOMRÅDE 1.....	26
TABELL 6. VÄXTLISTA, NYCKELOMRÅDE 2.....	27

1 Inledning

1.1 Problembakgrund

Den globala uppvärmningen och klimatförändringarnas effekter är nyheter som ofta presenteras i medier. SMHI (2012) visar i sin sammanställning över temperatur och nederbörd mellan åren 1991-2011, att ökad temperatur och därmed ökad nederbörd är ett faktum. Exempelvis har temperaturen stigit med 1°C generellt sett över hela landet, vilket är i enlighet med utvecklingen av den globala uppvärmningen. Mängden nederbörd har haft störst ökning under sommaren, något som i förlängningen innebär ökade vattenflöden i sjöar och vattendrag (SMHI, 2012). Ökade flöden i sjöar och vattendrag kan i sin tur orsaka en ökad erosion, till följd av en högre sedimenttransport. De områden där erosionen kommer att öka mest är i Sveriges västra, mellersta och norra delar (SGI, 2012).

Sedimenttransport i vattendrag påverkar såväl bebyggd miljö som naturområden; med andra ord våra samhällsvärden. Ökad sedimenttransport kan även orsaka andra problem än erosion, som exempelvis förflyttning av förorenade massor, skred, ras eller underminering av infrastruktur (SGI, 2012). Det skred som inträffade i Vagnhärad 1997 är ett exempel där erosion utmed åkanten kan vara en av flera förlösande orsaker. Skredområdet omfattade 1,5 hektar och både bebyggelse och infrastruktur förstördes. Förödelsen var stor och 30 villor fick evakueras (SGI, 2012). Området bebyggdes på 70-talet och var tidigare brukad som betesmark. Till följd av det visar Andersson et al (1998) i sin rapport om skredet att förstärkningsåtgärder krävts om lerslätten hade bebyggts idag.

I arbetet med erosionsskydd finns en rad olika tekniker att tillgå. Exempelvis traditionella åtgärder som gräsvegetation, jordförstärkning eller krossad sprängsten, men även ingenjörsbιologiska metoder som sticklingar, terrasstockar, häck- grenlagermetoden, rutnät av timmer, faskiner eller gabioner (Rannka, 2002; Trafikverket, 2010). Vidare finns vegetativ matta med geotextil eller palissader (Donat, 1995). Gemensamt för nämnda tekniker inom ingenjörsbιologi är att de avser att hantera biologiskt material av olika grad.

Erosionsskydd som enbart består av biologiskt material förekommer naturligt i de vattendrag där vattenhastigheten inte är alltför hög och växter inte spolats bort (Naturvårdsverket & Fiskeriverket, 2008). Sådana typer av erosionsskydd spelar en viktig roll för den biologiska mångfalden, och ses därför som en eftersträvarnsvärd metod vid stabilisering av markens erosionsbenägenhet i vattendrag (Naturvårdsverket & Fiskeriverket, 2008). Framöver i studien, definieras de erosionsskydd vilka enbart består av biologiskt material som naturanpassade erosionsskydd.

Det som torde spela stor roll för effekten av planerat naturanpassat erosionsskydd är själva valet av biologiskt material. Det för att önskat utfall möjligen inte nås om det biologiska materialvalet är felaktigt. Lämpligt biologiskt material för naturanpassade erosionsskydd ses därför som ett högst aktuellt ämne att studera.

Statens Geotekniska Institut (SGI) är en myndighet som hanterar geotekniska och miljögeotekniska frågor för hela Sverige (SGI, 2012). SGI genomför idag ett projekt som bland annat syftar till att stärka kunskapen om naturanpassade erosionsskydd i vattendrag, där den här studien utgör en del i projektet.

1.2 Problemdiskussion

Forskning om naturanpassade erosionsskydd har haft stort fokus de senaste åren, även om bland annat Reubens et al (2007) menar att den är splittrad. Det för att många olika typer av metoder används, vilket gör det svårt att övergripande tolka vad forskning inom området visar är viktigt (Reubens et al., 2007).

Att växters rotsystem påverkar markens erosionsbenägenhet negativt är det mycket forskning som visar (Fatahi et al., 2008; Fattet et al., 2011; Hu et al., 2013; Hubble et al, 2009; Gyssels et al., 2005). Samtidigt finns det dock andra som menar att påverkan även kan vara positiv (Ghestem et al, 2011). Vidare, finns det forskning som visar att problemet är komplext, och att fler parametrar bör beaktas, som exempelvis rotlängd, transpiration och rotsystemets densitet (Fatahi et al, 2009). Reubens et al (2007) poängterar å sin sida att eftersom jordens karaktäristika påverkar utvecklingen av rotsystemet och dess tillväxt, kommer den även att påverka effektiviteten av rötters erosionsbegränsande förmåga. Det för att den erosionsbegränsande förmågan just är tillväxten (Reubens et al., 2007). Dock påpekar Jiao et al (2007) att avgörande för den erosionsbegränsande förmågan är ett växtval anpassat för platsen. Det för att tillväxten annars blir dålig, och den erosionsbegränsande förmågan uteblir (Jiao et al., 2007).

Problemet är således att det inte finns någon tydlighet i forskningen om vilka faktorer som är viktiga i sammanhanget samt hur dessa kan komma att styra växtvalet. Det jag finner intressant att studera är därför relationen mellan växter och markens erosionsbenägenhet och vad forskning menar är lämplig typ av biologiskt material som naturanpassade erosionsskydd i vattendrag.

1.3 Frågeställning

De frågor jag ämnar söka svar på genom min studie är:

- Hur visar forskning på vilket biologiskt material som lämpar sig bäst för ändamålet, och vilka faktorer styr valet av dessa?
- Hur kan resultatet av ovanstående fråga appliceras på en fältstudie i verkligheten?

1.4 Syfte

Syftet med studien är således att bidra med ett klagörande inom ämnet om hur forskning belyser biologiskt materialval i naturanpassade erosionsskydd i vattendrag, samt att applicera detta genom att presentera ett lösningsförslag. Det för att dels underlätta för kommande forskning inom området, dels för att öka kunskapen inom området för arbetsverksamma.

1.5 Avgränsning

Givet studiens syfte, avgränsar jag mig från att i fältstudien studera annan erosion än den i det utvalda vattendragets nyckelområden.

1.6 Disposition

I det inledande kapitlet återfinns en introduktion där studien sätts i ett sammanhang, och frågeställning och syfte presenteras. Sedan följer metodkapitlet, med en redogörelse för vald metodik samt reflektion över studiens reliabilitet och validitet. Vidare följer teorikapitlet med en presentation av den litteraturstudie som genomförts i arbetet med frågeställningen, och sedan en redogörelse för fältstudiens resultat. Slutligen följer lösningsförslagen där genomförd fältstudie behandlas, samt diskussion och slutsatser där återkoppling till teorikapitel och frågeställning sker.

2 Tidigare forskning

Dokumenterade tester vad gäller stabilisering av erosionsbenägen mark med hjälp av naturanpassade erosionsskydd i Sverige är få i antal. Vid sökning efter dokumenterade tester av naturanpassade erosionsskydd i vattendrag, i Sverige, framkommer inget sökresultat. Ett omfattande projekt som dokumenterats och hanterar naturanpassade erosionsskydd, drevs av SGI, SLU, Räddningsverket och Vägverket Region Mitt, och genomfördes under 2002-2007 (Lundström & Andersson, 2008). Syftet med projektet var dock att studera vilken effekt växtmaterial har på markstabiliteten i slänter. Två demonstrationsförsök genomfördes med tre olika metoder, varav två hanterade biologiskt material; häck- grenlagermetoden och vegetation med erosionsmatta (Lundström & Andersson, 2008). Den tredje metoden var stenkross täckt med avbaningsmassor. I häck-grenlagermetoden användes både rotade växtkvaliteter och sticklingar. I det ena demonstrationsförsöket, Bispgården, ersattes 2005 metoden vegetation med erosionsmatta, med samkross och avbaningsmassor vilket 2006 även ersatte den växtlighet som använts i häck-grenlagermetoden. Det för att vegetationens inverkan på markens erosionsbenägenhet inte fungerade, främst då på grund av att etableringen stördes av kraftig tjällossning (Lundström & Andersson, 2008). I det andra demonstrationsförsöket, Bydalen, gick etableringen bättre, och inga problem med tjällossning noterades (Lundström & Andersson, 2008).

3 Metod

3.1 Datainsamling

I den inledande fasen av arbetet genomfördes en omfattande litteraturundersökning. Det för att få en inblick i erosionsproblematiken och forskning inom området. Sedan, i arbetet med att söka fram artiklar till studien som behandlar naturanpassade erosionsskydd, användes främst sökmotorn Web of Knowledge, även om kompletterande sökningar genomfördes på Biological Sciences, Academic Search Elite, och Google Scholar. Den kombination av sökord som användes i urvalet var *erosion*, *tree*, *root* och *erosion, river bank, tree, root* vilka skulle återfinnas i artiklarnas texter, samt att kriterierna peer-reviewed och publiceringsdatum 2005-2013 skulle vara uppfyllda. Sökordet *tree* byttes även ut mot *plant* i sökordskombinationerna.

Avgränsningen i publiceringsdatum till de senaste åtta åren beror på att forskning om naturanpassade erosionsskydd har ökat, vilket gör att för att få ett brett underlag till studien ses detta tidsspänn som tillräckligt. Avsatt tid till examensarbetet är dessutom tio veckor; en alltför genomgående litteratursökning skulle kräva mer tid än så. Valet av snäv avgränsning i tid i litteratursökningen, som nämnts ovan, utesluter dock inte att viktig litteratur för studien missats, även om det framarbetade sökresultatet anses bidra till en god reliabilitet. Sökresultatet omfattade totalt 22 artiklar. Artiklar som kom med i sökresultatet, men som inte sågs som relevanta för studien, togs bort. Exempel på sådana artiklar var de som endast uppfyllde delar av sökkriterierna, och som inte hörde till ämnesområdet, samt de som inte studerade rötters påverkan på erosionsbenägna områden.

Det slutgiltiga sökresultatet visade på 17 artiklar att arbeta vidare med. Sammanställning av sökresultatet per journal följer enligt nedan:

Tabell 1. Sammanställning av sökresultat per journal

Journal	Antal
BioScience	1
Catena	1
Earth Surface Processes and Landforms	1
Ecological Engineering	3
iForest – Biogeosciences and Forestry	1
Journal of Environmental Quality	1
Journal of Mountain Science	1
Land Degradation & Development	1
Pedosphere	1
Plant and Soil	4
Progress in Physical Geography	1
Restoration Ecology	1

3.2 Analys

I analysarbetet med artiklarna uppmärksammades 10 faktorer, vilka forskarna poängterat som viktiga att beakta vid planering av naturanpassade erosionsskydd. De togs fram genom en djupare studie av artiklarna, där alla faktorer noterades, vilket till slut resulterade i ett faktorantal om tio stycken.

3.3 Fältstudie

I den inledande fasen av arbetet identifierades fyra större vattendrag i Skåne/södra Småland. Kriterierna var att de skulle vara karterade av SGI och ha förutsättningar för erosion alternativt ha pågående erosion. Underlag för karterade vattendrag fanns tillgängligt på SGI:s hemsida (swedgeo.com), och användes i arbetet. I samråd med SGI valdes sedan ett av de fyra identifierade vattendragen ut för vidare studie; Rönne å. I urvalet var det erosionens dokumenterade omfattning samt tillgänglighet som styrde. Avståndet om 75 kilometer för valt studieobjekt lämpade sig även väl med hänsyn till studiens tidsperspektiv.

I arbetet med att bearbeta tillgänglig data och information om erosionsproblematiken i vattendraget studerades en erosionsutredning av Norconsult (2013). I samråd med SGI valdes sedan två nyckelområden ut för vidare studie, vilka sedan undersöktes i fält. Det genom linjekorsningsinventering, vilket var en för studien applicerbar forskningsmetod (Ringvall et al, 2000; Buckland et al., 2001). Andra möjliga inventeringsmetoder vilka sågs som applicerbara för studien var cirkelyteinventering och bältesinventering (Ringvall et al, 2000). Av de ovan nämnda metoderna sågs linjekorsningsinventeringen som den inventeringsmetod med högst tillämpbarhet, då vegetationsremsor längs med vattendrag var objektet för fältstudien. Linjekorsningsinventeringen var dessutom den mest tidsmässigt effektiva metoden, med låg risk för mätfel och enkel i genomförandet (Ringvall et al, 2000).

Ett måttband om 50 meter spändes ut på marken genom den vegetationsremsa som låg närmst vattendraget, med hjälp av två markpinnar. Startpositionens koordinater noterades med hjälp av GPS, och sedan undersöktes den flora som korsade måttbandet på hela sträckan. Antal meter in på måttbandet, växtens bredd för korsande linje, samt växtens längd noterades och ritades in. Hjälpmedel vid arbetet med artbestämning av växter var *Svensk Flora* (Krok & Almquist, 1994) och *Skogens Träd och Buskar* (Nitzelius & Vedel, 1998). Samma tillvägagångssätt för inventeringsmetoden repeterades sedan 5 meter in från tidigare inventerad linje.

Årstiden som inventeringen genomfördes på begränsade urvalet av nycklingsbart växtmaterial i framförallt fältskiktet. Därför artbestämdes endast träd- och buskskikt, samtidigt som markens täckningsgrad noterades. Då typ av buskar och träd för platsen samt markens täckningsgrad ansågs ha högst relevans för erosionsproblematiken, undviks problem med inventeringens validitet då ett av tre skikt inte artbestämdes.

Inventerade nyckelområdets erosionsproblematik har tidigare dokumenterats av Norconsult (2013), varför studien utgick från redan gjord klassificering. Den klassificeringen baserades på konstaterade erosionsskador i kombination med potentiella, samt även riskvärdering av de konsekvenser som erosionen kan orsaka samhällsvärden som infrastruktur (Norconsult, 2013). Data från inventeringen sammanställdes i tabellform, vilken i kombination med erosionsklassificeringen för aktuellt nyckelområde av Norconsult (2013) sedan bearbetades vidare. Information om förekommande jordarter fanns på jordartskarta över området, vilken hämtades från kartgeneratoren (SGU, 2013).

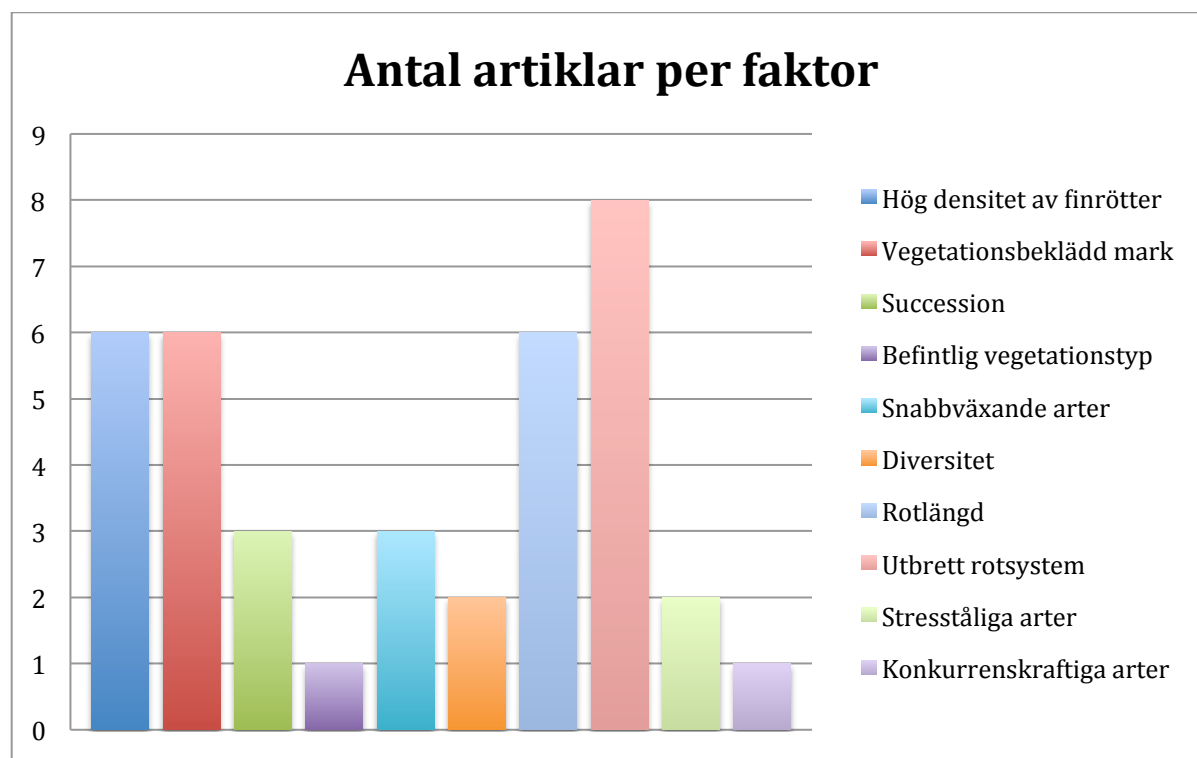
4 Vegetation och markens erosionsbenägenhet

Hur vegetation påverkar markens erosionsbenägenhet är vida undersökt, och mycket forskning visar att det finns en positiv relation i interaktionen mellan rötter, jordens kohesion och dess skjuvhållfasthet; attraktionskraften mellan partiklarna i jorden (Fatahi et al., 2008; Fattet et al., 2011; Hu et al., 2013; Hubble et al., 2009; Gyssels et al., 2005). Ghestem et al (2011) poängterar dock att vegetation även kan påverka markens erosionsbenägenhet positivt, vilket påvisar att god kännedom om avgörande faktorer i naturanpassade erosionsskydd torde vara mycket viktigt.

4.1 Faktorer

Sammanställningen av de 17 vetenskapliga artiklarna pekar på att det finns tio olika faktorer att ta hänsyn till. De är: 1) Hög densitet av finrötter, 2) Vegetationsbegrädd mark, 3) Succession, 4) Befintlig vegetationstyp, 5) Snabbväxande arter, 6) Diversitet, 7) Rotlängd, 8) Utbrett rotsystem, 9) Stresståliga arter, samt 10) Konkurrenskraftiga arter.

För att tydliggöra arbetet med faktorerna är data sammanställt i nedanstående stapeldiagram, vilket påvisar antalet artiklar per faktor.



Figur 1. Antal artiklar per faktor

Underlaget till ovanstående stapeldiagram i tabellform följer enligt nedan, där varje faktor motsvaras av en siffra enligt ovanstående text.

Tabell 2. Sammanställning och klassificering av artiklar

Författare	Titel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Burylo et al (2012)	Plant Root Traits Affecting The Resistance of Soils to Concentrated Flow Erosion	X	X			X					
De Baets et al (2007)	Root Characteristics of Representative Mediterranean Plant Species and Their Erosion-Reducing Potential during Concentrated Runoff	X	X								
De Baets et al (2008)	Root Tensile Strength and Root Distribution of Typical Mediterranean Plant Species and Their Contribution to Soil Shear Strength		X				X				
Douglas et al (2011)	Reducing Shallow Landslide Occurrence in Pastoral Hill Country Using Wide-Spaced Trees					X					
Du et al (2010)	Root Effect of Three Vegetation Types on Shoreline Stabilization of Chongming Island, Shanghai							X			
Erktan et al (2013)	Morphological Density of Plant Barriers Does Not Increase Sediment Retention in Eroded Marly Gullies under Ecological Restoration	X		X			X	X			
Fatahi et al (2008)	Bioengineering Ground Improvement Considering Root Water Uptake Model	X							X		
Fatahi et al (2009)	Parametric Studies on Bioengineering Effects of Tree Root-Based Suction on Ground Behaviour	X						X			
Fattet et al (2011)	Effects of Vegetation Type on Soil Resistance to Erosion: Relationship between Aggregate Stability and Shear Strength		X					X			
Ghestem et al (2011)	The Influence of Plant Root Systems on Subsurface Flow: Implications for Slope Stability								X		
Gyssels et al (2005)	Impact of Plant Roots on The Resistance of Soils to Erosion by Water: A Review	X	X						X	X	
Hu et al (2013)	An Exploratory Analysis of Vegetation Strategies to Reduce Shallow Landslide Activity on Loess Hillslopes, Northeast Qinghai-Plateau, China							X	X		
Hubble et al (2009)	The Role of Riparian Trees in Maintaining Riverbank Stability: A Review of Australian Experience and Practice								X		
Jiao et al (2007)	Can The Study of Natural Vegetation Succession Assist in The Control of Soil Erosion on Abandoned Croplands on the Loess Plateau, China?			X		X			X	X	X
La Mantia et al (2012)	Combining Bioengineering and Plant Conservation on A Mediterranean Islet			X	X						

Pierret et al (2007)	Interactions between Root Growth, Slope and Soil Detachment Depending on Land Use: A Case Study in A Small Mountain Catchment of Northern Laos								X	X		
Wang et al (2006)	Predicting Soil Erosion for Alternative Land Uses		X							X		

Mycket forskning visar, som tidigare nämnt, att det finns en positiv relation i interaktionen mellan rötter, jordens kohesion och dess skjuvhållfasthet (Fatahi et al., 2008; Fattet et al., 2011; Hu et al., 2013; Hubble et al, 2009; Gyssels et al., 2005), vilket i sin förlängning även pekar på att ytor med vegetativ beklädnad inte är lika erosionsbenägen, som om den hade varit utan (De Baets et al., 2007, De Baets et al 2008; Gyssels et al, 2005; Wang et al (2006). Gyssels et al (2005) och De Baets et al (2008) påpekar dock i sina studier att hänsyn bör tas till vegetationens påverkan såväl ovan som under mark. Det för att det vegetativa skyddet ovan mark minskar risken för yterosion, samtidigt som rötter under mark påverkar jordens erosionsbenägenhet negativt (Gyssels et al., 2005; De Baets et al., 2008). Gyssels et al (2005) menar att vegetationens påverkan under och ovan mark kompletterar varandra. Det vid exempelvis en skogsbrand, där vegetationen ovan mark påverkar markens erosionsbenägenhet negativt innan branden. Efter branden är det då istället rotsystemet som ensamt agerar erosionsbegränsande, fram till det att vegetationen täcker marken igen (Gyssels et al., 2005). Wang et al (2006) menar å sin sida att vegetationsbeklädnad av mark är den mest effektiva lösningen vad gäller minskad ytavrinning och sedimenttransport. Fattet et al (2011) påpekar att vegetationsbeklädnad genom olika skikt påverkar markens erosionsbenägenhet negativt, och att vegetation som saknar fältskikt har försämrad stabilitet, och därför en högre erosionsbenägenhet.

Många studier visar att rötterna har stor påverkan på vattnets infiltration (Pierret et al., 2007; Fatahi et al., 2009; Hubble et al., 2009; Jiao et al., 2007; Wang et al., 2006). Det poängteras även av Ghestem et al (2011) då rotsystemet skapar kanaler där vattnet infiltreras; högre andel infiltrerat vatten innebär lägre andel som orsakar ytavrinning och sedimenttransport. Vidare, är det inte nödvändigtvis enbart levande rötter som påverkar erosionsbenägenheten, även döda rötter utgör kanaler för vattnets infiltration (Ghestem et al., 2011). Gyssels et al (2005) och Hu et al (2013) visar i sina studier att negativ påverkan av sedimenttransport ökar i relation med högre rotvärden i marken.

Vidare, menar Erktan et al (2013), Pierret et al (2007), Fatahi et al (2009) och Du et al (2010) att rotlängden är en viktig faktor. Det för att rotsystem med mindre fokus på de övre jordlagren förbättrar vattnets infiltration i djupa jordar (Pierret et al., 2007). Du et al (2010) poängterar att det i områden med kraftigt eroderat övre jordlager är viktigt att, förutom att förstärka det övre jordlagret med hjälp av vegetation för att minska yterosionen, även se till att vegetation med betydligt längre rotsystem finns för att stabilisera och begränsa erosion i de nedre jordlagren. Fattet et al (2011) och Hu et al (2013) menar att rotlängden utgör en viktig faktor vid stabilisering av erosionsbenägen mark. Det för att motståndskraften i långa rötter vad gäller störningar är hög (Hu et al, 2013).

Flertalet studier menar att en hög densitet av finrötter är mer effektivt vid minskad erosionsbenägenhet, än i jämförelse med få grova rötter (Burylo et al., 2012; De Baets et al., 2007; Fattet et al., 2011, Gyssels et al., 2005). Det främst för att finrötter är dynamiska och har en högre tolerans för spänningar än grova rötter som är mer statiska (Burylo et al., 2012).

Fattet et al (2011) menar att mark utan hög densitet av finrötter, framförallt i det övre jordlagret, har förhöjd erosionsbenägenhet. De Baets et al (2007) påpekar att hög densitet av finrötter i det övre jordlagret verkar stabiliserande och förstärkande, vilket gör att risken för yterrosion minimeras. Gyssels et al (2005) menar å sin sida att rotsystem med hög densitet av finrötter är det som har störst påverkan vad gäller minskad sedimenttransport.

Vidare, visar Burylo et al (2012) och Douglas et al (2011) på en parallell i sina studier mellan hög densitet av finrötter och snabbväxande arter, vilket Burylo et al (2012) menar i förlängningen även innebär snabbt vegetationsbegrädd mark. Snabb täckningsgrad av marken är även något som Jiao et al (2007) poängterar är viktigt att beakta. Det främst för att stabilisera det övre jordlagret i ett tidigt skede (Jiao et al., 2007).

Jiao et al (2007) och Erktan et al (2013) ser även till successionen, där Jiao et al (2007) påpekar att stresståliga arter, som kan hantera en begränsad tillgång på vatten och näring, bör användas. Gyssels et al (2005) påpekar å sin sida att växter som utsätts för olika typer av stress får ett mer kompakt, eftersträvarsvårt växtsätt. Vidare menar Jiao et al (2007) att arterna skall vara konkurrenskraftiga, perenna med kraftig rotskottstillväxt, ha en hög förökningsgrad samt en förmåga att effektivt sprida sig. Erktan et al (2013) poängterar att det, i ett första skede av successionen, är viktigare att använda sig av växter som motsvaras av det första skedet; örter, än att söka en diversitet. Diversiteten menar Erktan et al (2013) är något som bör beaktas, men att diversitetens påverkan på vegetationens erosionsbegränsande förmåga blir större när vegetationen utvecklats ett tag, vilket gör att fokus till en början bör vara på arter ur tidig succession. La Mantia et al (2012) menar å sin sida att hänsyn till succession inte direkt innebär användning av typiska pionjärväxter; det är viktigare att utgå från de vegetationstyper som finns i omgivande kulturlandskap och på så vis skapa naturlika planteringar, utan att för den delen tappa den kulturella prägel för området.

Erktan et al (2013) och De Baets et al (2008) poängterar viktigheten av en diversitet i växters morfologi. De Baets et al (2008) menar att variationen av arter styrs av det djup i jorden deras rötter verkar. Exempelvis att gräsarter verkar inom 0-0,2 meter i det övre jordlagret, buskarter med djupt rotsystem inom 0,5 meter, och trädarter <0,5 meter (De Baets et al., 2008). Erktan et al (2013) poängterar att en diversitet i vegetationen gynnar den erosionsbegränsande förmågan, då det som även De Baets et al (2008) menar förstärker de olika jordlagren.

5 Rönne å som fältstudie

Ängelholms kommun arbetar mycket med bland annat risk- och sårbarhetsanalyser vad gäller klimatförändringarnas effekter. Det för att påföljderna vid exempelvis förhöjd vattennivå kan skapa stora problem då Ängelholm har ett kustnära geografiskt läge, ett vattendrag som går genom staden samt flera områden som ligger väldigt lågt i förhållande till dagens havsnivå (Ängelholms kommun, 2011). Flera utredningar har därför gjorts angående erosions- och översvämningrisker för kommunen (Norconsult, 2013; Sweco Environment, 2011; Räddningsverket, 2002). Den senaste publicerade utredningen som gjorts är den av Norconsult (2013), varför studien utgår från deras klassificering av erosionsproblematiken i Rönne å.

För att underlätta orientering redovisas nyckelområdena i vattendraget på karta över Ängelholm enligt bild nedan.

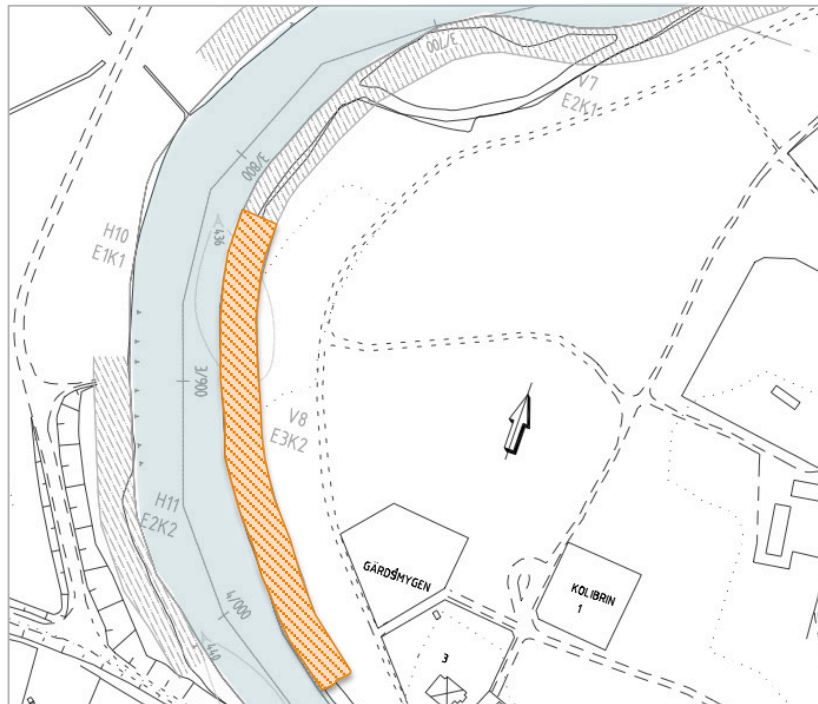


Figur 2. Karta över valda nyckelområden i Rönne å. Google Maps (2013)

5.1 Nyckelområden

Gemensamt för valda nyckelområden i vattendraget är att de är klassificerade som E3K2, vilket innebär att större erosionsskador på 0,5-1 meter förekommer, samt att gångväg eller tomtmark hotas av erosionen (Norconsult, 2013).

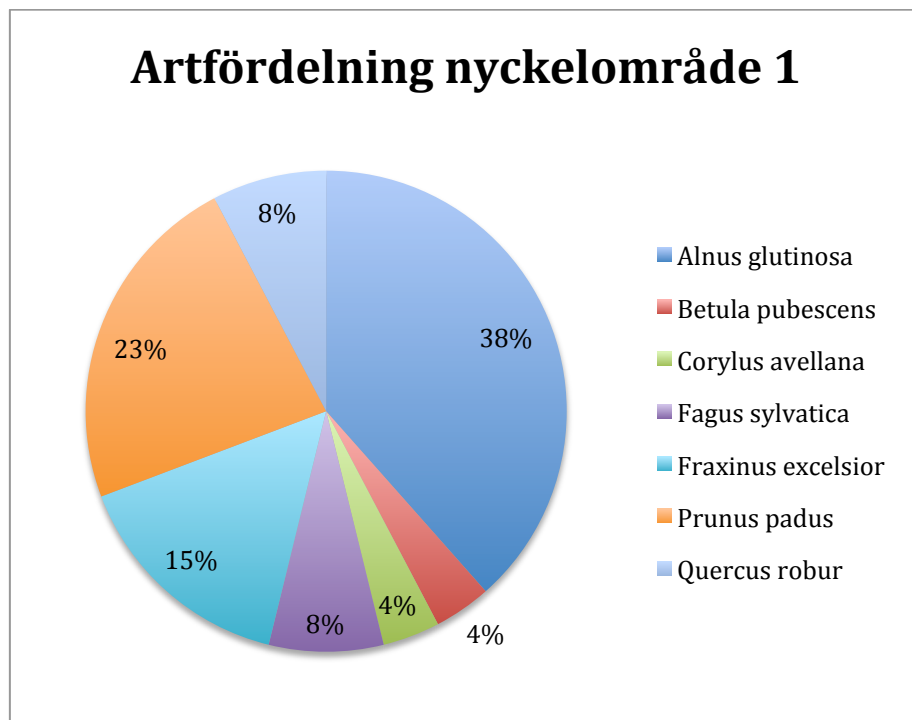
5.1.1 Nyckelområde 1



Figur 3. Detaljerad karta över nyckelområde 1 (V8). Norconsult (2013)

Jordarten för området är postglacial sand (SGU, 2013), och vattentillgången upplevs som frisk. Området är i en innerkurva av vattendragets sträckning, vilket gör att vattenhastigheten är medelhög och de erosionsskador som syns är av underminerande karaktär.

Nyckelområde 1 är inom flack parkmark där inventerat bestånd är öppet och solbelyst med få skikt. Inventeringen visar att det för nyckelområde 1 förekommer totalt 7 olika arter med 26 stycken individer. Den procentuella fördelningen av de individerna redovisas i nedanstående cirkeldiagram.



Figur 4. Artfördelning nyckelområde 1

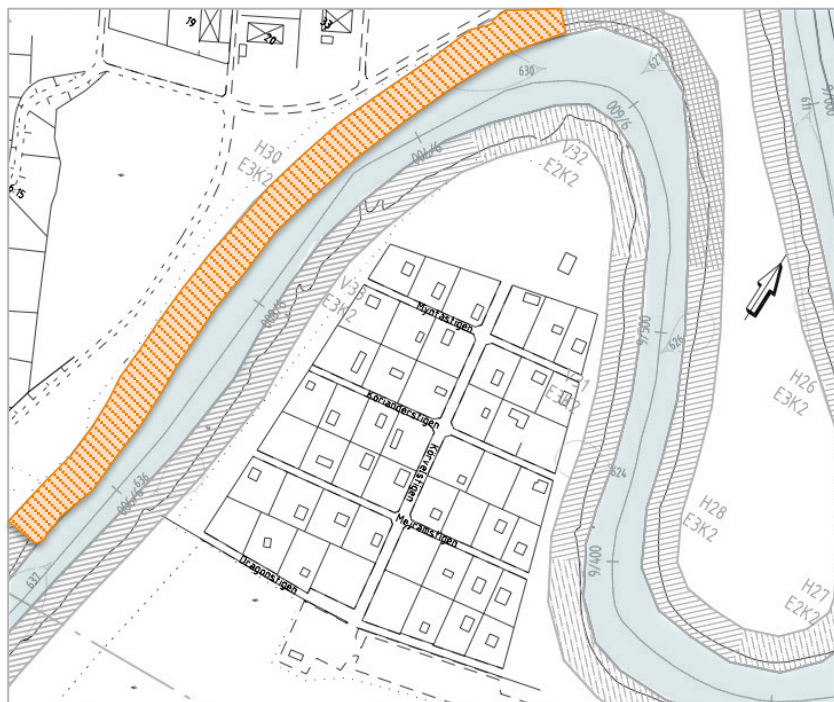
Genomförd inventering redovisas i tabellform enligt nedan.

Tabell 3. Inventering, nyckelområde 1

Inventering av nyckelområde 1		Koordinater start: 56°15'12"N 12°51'26"Ö Koordinater slut: 56°15'12"N 12°51'32"Ö
Jordart: Postglacial sand	Vattentillgång: Friskt	Marktäckningsgrad: 95 %
	Näringsstatus: Näringsrikt	pH-värde: Neutralt (något basiskt)
Inventering 1		
Nr, mått, bredd	Vetenskapligt namn	Svenskt namn
1. 0,2-0,5, 1,5 m bred	<i>Fagus sylvatica</i>	Bok
2. 3,2-3,4, 1 m bred	<i>Corylus avellana</i>	Hassel
3. 4,2-4,6, 3 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
4. 6,9-7,2, 0,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
5. 9,2-9,6, 3 m bred	<i>Quercus robur</i>	Skogsek
6. 12,1-12,5, 3,2 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
7. 14,8-15,2, 2 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
8. 18,9-19,2, 5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
9. 19,3-19,5, 0,5 m bred	<i>Fagus sylvatica</i>	Bok
10. 25-25,4, 3 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
11. 25,4-25,5, 0,5 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
12. 26,7-26,9, 3 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
13. 28,9-29,1, 2 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
14. 32,3-32,6, 5 m bred	<i>Quercus robur</i>	Skogsek
15. 42-42,3, 1 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
16. 47,1-47,3, 2 m bred	<i>Betula pubescens</i>	Glasbjörk
17. 47,3-48,4, 5 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
Inventering 2		
Nr, mått, bredd	Vetenskapligt namn	Svenskt namn
18. 2-2,4, 3 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
19. 7,7-8,3, 5 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
20. 11,9-12,1, 1,3 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
21. 16,9-17,2, 2 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
22. 20,7-21,3, 3 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal

23. 24,1-24,4, 2 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
24. 28,1-28,5, 1,4 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
25. 37,4-37,8, 2,3 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
26. 43,1-43,3, 1 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg

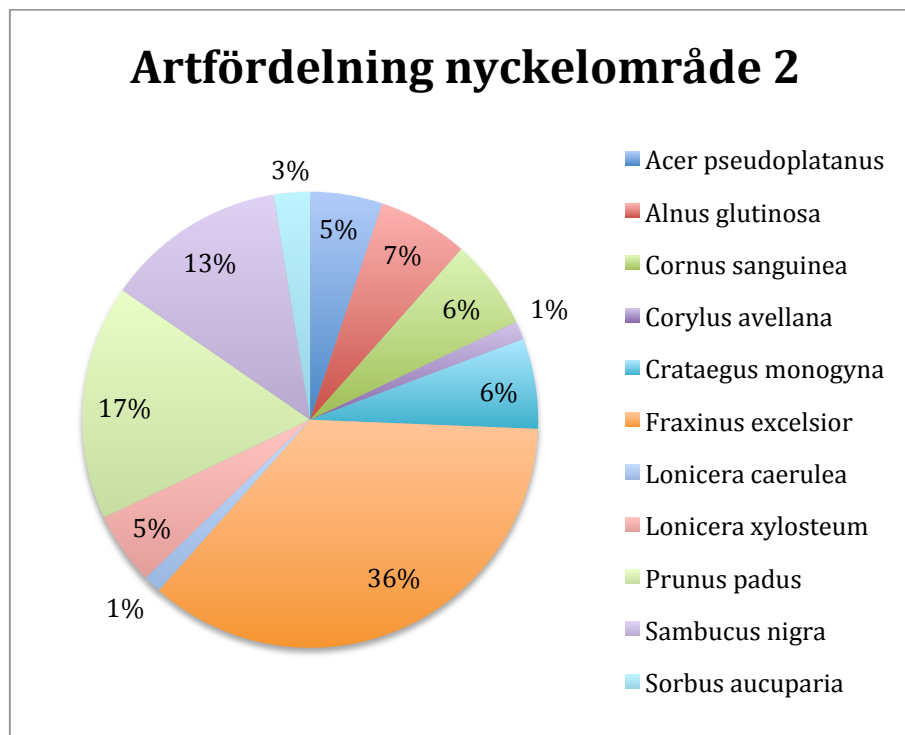
5.1.2 Nyckelområde 2



Figur 5. Detaljerad karta över nyckelområde 2 (H30). Norconsult (2013)

Jordarten för området är älvsediment och sand (SGU, 2013), och vattentillgången upplevs som frisk. Området ligger i en relativt rak sträckning och följer en väldigt svag ytterkurva. Vattenhastigheten här är medelhög, och de erosionsskador som syns är av underminerande karaktär.

Nyckelområde 2 är i en sluttning ned mot vattendraget där inventerat bestånd är delvis solbelyst och av flerskiktad slyig karaktär. Området angränsar till ett offentligt strövområde med ett mindre nät av gångvägar. Sammanställningen av inventeringen visar att det finns 11 olika arter med 78 stycken individer. Den procentuella fördelningen av de individerna redovisas i cirkeldiagram enligt nedan.



Figur 6. Artfördelning nyckelområde 2

Genomförd inventering redovisas i tabellform enligt nedan.

Tabell 4. Inventering, nyckelområde 2

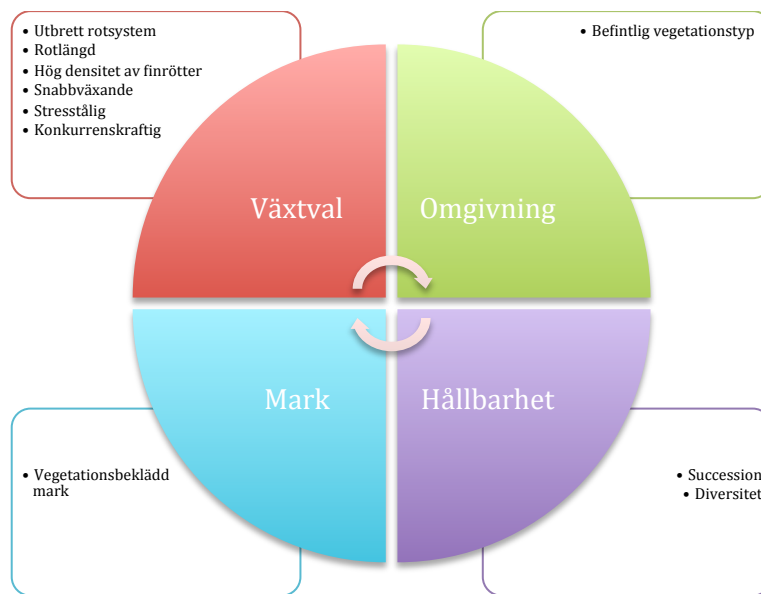
Inventering av nyckelområde 2		Koordinater start: 56°14'20"N 12°53'12"Ö Koordinater slut: 56°14'21"N 12°53'20"Ö
Jordart: Älvsediment, sand	Vattentillgång: Friskt	Marktäckningsgrad: 95 %
	Näringsstatus: Näringsrikt	pH-värde: Neutralt (något basiskt)
Inventering 1		
Nr. Mått, bredd	Vetenskapligt namn	Svenskt namn
1. 0-0,1 m, 0,1 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
2. 0,3-0,4, 0,5 m bred	<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn
3. 2,2-2,3, 1 m bred	<i>Sambucus nigra</i>	Fläder
4. 2,7-2,8, 2 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
5. 3,8-3,9, 1 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
6. 6,2-6,3, 0,5 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
7. 7,3-7,5, 2 m bred	<i>Sambucus nigra</i>	Fläder
8. 8-8,1, 0,5 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
9. 11-11,5, 0,5 m bred	<i>Sambucus nigra</i>	Fläder
10. 12,1-12,2, 0,5 m bred	<i>Lonicera xylosteum</i>	Skogstry
11. 13,6-13,7, 0,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
12. 14,9-15, 0,5 m bred	<i>Sambucus nigra</i>	Fläder
13. 15-15,3, 0,3 m bred	<i>Sambucus nigra</i>	Fläder
14. 16,1-16,4, 0,5 m bred	<i>Lonicera xylosteum</i>	Skogstry
15. 16,8-17, 0,5 m bred	<i>Cornus sanguinea</i>	Skogskornell
16. 17,4-17,6, 1 m bred	<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn
17. 17,9-18, 0,3 m bred	<i>Lonicera xylosteum</i>	Skogstry
18. 19,4-19,7, 1,5 m bred	<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn
19. 20,6-21, 0,4 m bred	<i>Sambucus nigra</i>	Fläder
20. 22,3-22,6, 0,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
21. 23-23,1, 0,5 m bred	<i>Lonicera caerulea</i>	Blåtry
22. 24,5-25,5, 2,5 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg

23. 27,1-27,4, 0,3 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
24. 29,8-30,1, 0,2 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
25. 30,1-30,2, 0,2 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
26. 32,1-32,5, 2,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
27. 33,4-33,6, 3 m bred	<i>Sambucus nigra</i>	Fläder
28. 34,2-34,6, 2 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
29. 34,8-34,9, 1 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
30. 36-36,4, 3 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
31. 38,4-38,9, 3 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
32. 39,6-41, 2 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
33. 41,6-41,7, 0,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
34. 42,3-42,5, 0,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
35. 42,5-42,8, 0,3 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
36. 43,7-43,9, 0,4 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
37. 44,1-44,5, 0,5 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
38. 45,5-45,6, 1 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
39. 46,5-46,9, 2 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
40. 48,1-48,5, 2 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
41. 49,1-49,3, 1 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
42. 49,3-49,7, 2 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
Inventering 2		
Nr. Mått, bredd	Vetenskapligt namn	Svenskt namn
43. 0-0,2, 0,5 m bred	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Sykomorlönn
44. 0,2-0,4, 0,4 m bred	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Sykomorlönn
45. 1,8-1,9, 0,4 m bred	<i>Cornus sanguinea</i>	Skogskornell
46. 2,4-2,6, 0,5 m bred	<i>Cornus sanguinea</i>	Skogskornell
47. 2,7-2,8, 0,7 m bred	<i>Sambucus nigra</i>	Fläder
48. 3,3-3,4, 0,5 m bred	<i>Cornus sanguinea</i>	Skogskornell
49. 4,9-4,5, 0,2 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
50. 6,3-6,4, 0,2 m bred	<i>Cornus sanguinea</i>	Skogskornell
51. 7,9-8, 0,5 m bred	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Sykomorlönn
52. 10-10,8, 2 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
53. 10,8-11, 0,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
54. 12,2-12,4, 0,5 m bred	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Sykomorlönn
55. 15,5-15,6, 0,5 m bred	<i>Lonicera xylosteum</i>	Skogstry
56. 16-16,5, 1,5 m bred	<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn
57. 16,7-16,9, 0,5 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
58. 17,8-17,9, 1,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
59. 18,5-18,6, 0,5 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
60. 20,6-20,7, 0,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
61. 21,4-21,7, 1,5 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
62. 22,6-22,8, 1,7 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
63. 24,6-24,8, 0,7 m bred	<i>Corylus avellana</i>	Hassel
64. 26,4-26,7, 0,5 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
65. 28,7-28,9, 0,6 m bred	<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn
66. 29,1-29,2, 0,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
67. 30,5-30,9, 1,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
68. 30,9-31,4, 1,5 m bred	<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal
69. 32,8-33,3, 1,6 m bred	<i>Sambucus nigra</i>	Fläder
70. 34-34,3, 0,4 m bred	<i>Sorbus aucuparia</i>	Rönn
71. 35,9-36,4, 2 m bred	<i>Sambucus nigra</i>	Fläder
72. 37,4-38, 1 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
73. 39,1-39,2, 1 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
74. 39,4-39,7, 0,5 m bred	<i>Prunus padus</i>	Hägg
75. 41,3-41,4, 1,5 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
76. 44,3-44,7, 2 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask
77. 48,1-49,4, 3 m bred	<i>Sorbus aucuparia</i>	Rönn
78. 49,6-49,8, 2,7 m bred	<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask

6 Applicering av teori

6.1 Teoretisk modell

Vid bearbetning av de tio framtagna faktorerna i litteraturstudien utarbetades nedanstående modell. Med hjälp av modellen ämnar jag presentera de faktorer forskning visar är viktiga att beakta vid planering av naturanpassade erosionsskydd. Modellen är uppdelad i fyra samspelande kategorier: växtval, omgivning, mark och hållbarhet, vilka totalt innehåller de tio faktorerna.



Figur 7. Teoretisk modell

Kategorierna omgivning, hållbarhet och mark styr i högsta möjliga mån växtval. Det för att växtval baseras på de övriga kategorierna. Med andra ord skall hänsyn tas till att marken ska vara vegetationsbegrädd, befintlig vegetationstyp för området samt att eftersöka en diversitet och arbeta med succession. Vid arbete med succession är det lämpligt att se till i vilket steg av successionen befintlig vegetationstyp är.

Viktigt är att i första steget utgå från befintlig vegetationstyp, och planera så att markens vegetationsbegräddnad säkerställs. Det genom att eftersöka ett utbrett rotsystem med hög densitet av finrötter. Vidare, för att stabilisera jordlagren längre ned i marken bör rotsystem av varierande rotlängd beaktas, vilket direkt innebär en diversitet i växtvalet. Valda arter skall även vara snabbväxande och konkurrenskraftiga. Beroende av platsens ståndort kan också en tolerans för olika former av stress vara styrande.

När arter ur det första steget etablerat sig är det lämpligt att se till hållbarheten för systemet ur ett längre perspektiv; successionen. Det innebär att faktorn snabbväxande i det fallet inte är lika styrande i växtvalskategorin.

De två faktorerna som återfinns i kategori hållbarhet, succession och diversitet, är de som främst påverkar om det naturanpassade erosionsskyddet utvecklar ett diversifierat rotsystem. Det för att olika arter och individer av varierande ålder har olika rotsystem.

6.2 Nyckelområde 1

Vad gäller kategori omgivning är denna avklarad enligt tidigare kapitel där artlista finns redovisad. Befintlig vegetationstyp indikerar att ståndorten är av god parkmiljö. På grund av närheten till vattendraget kan området dock hamna under vatten i perioder då flödet är högt.

Vidare, för kategori mark gäller att markbeklädnaden är god för området. Det påvisas genom ett tätt och välutvecklat rotsystem i det övre jordlagret. Dock är både infiltrationen och interceptionen låg då det inte förekommer några vintergröna växter och beståndet har få skikt. För kategori hållbarhet gäller att skiktningen är låg för att området mest består av ett tydligt trädskikt med omgivande klippt gräsmatta, dock förekommer även några få buskar. Diversiteten för områden är låg. Det finns framförallt primära arter i området även om en del sekundära arter är förekommande, vilka bör söka förstärkas med fler. Beståndet uppskattas vara i medel succession då individer av olika ålder förekommer. I övrigt är det dock tidig succession som dominerar området.

Växter att förstärka beståndet med är sådana som möter kriterierna ur kategori växtval, vilket framförallt innebär en stresstolerans för periodvis stående vatten och full solinstrålning. Vidare eftersöks även de som permanent kan stå i vatten. Hänsyn skall även tas till övriga kategoriers faktorer som ökad diversitet, förstärkt skiktning, samt ökad interception och infiltration.

6.3 Nyckelområde 2

Vad gäller kategori omgivning är denna avklarad enligt tidigare kapitel där artlista finns redovisad. Befintlig vegetationstyp indikerar att ståndorten är av god naturlig miljö, i vilken det ibland blir vatten stående på grund av höga flöden. Tidvis stående vatten på grund av höga flöden är även något som påvisas av den dominerande jordarten för området, vilken är älvsediment.

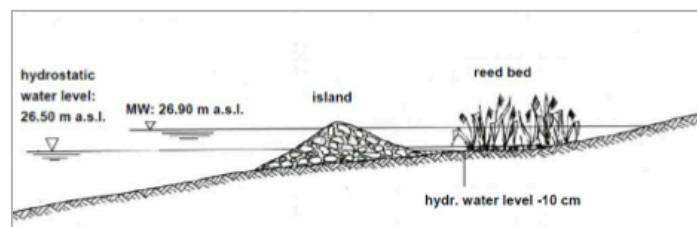
Vidare, för kategori mark gäller att markbeklädnaden är god för området, vilket konstateras i fältstudien där ett välutvecklat och tätt rotsystem återfinns i det övre jordlagret. Interceptionen och infiltrationen är dock bitvis låg, då beståndet är av halvöppen och slyig karaktär. Det genom att solinstrålningen varierar från full till begränsad, samt att skiktningen är otydlig. För kategori hållbarhet gäller att successionen och diversiteten är låg. Det på grund av en låg artrikedom samt avsaknad av sekundära arter. Beståndet uppskattas vara i medel succession då pionjära arter av olika ålder förekommer.

Växter att förstärka beståndet med är sådana som möter kriterierna ur kategori växtval, då framförallt en stresstolerans för full till begränsad solinstrålning och periodvis stående vatten är det som eftersöks. Vidare, även en tolerans för att permanent stå i vatten. Hänsyn skall tas till övriga kategoriers faktorer i modellen. De är: ökad diversitet, tydliggöra skiktningen samt att öka interception och infiltration.

7 Lösningsförslag

Arbetet med lösningsförslagen utgår från den teoretiska modellen (se figur 7). De lösningsförslag som presenteras i kapitlet baseras på litteratur från Coppin & Richards (2007), BAW-BfG (2008), Sjöman & Lorentzon (2005), Wiström et al (2009), Krok & Almquist (1994) Nitzelius & Vedel (1998), Xiao & McPherson (2003) samt Rannka (2002) där växter som motsvarar faktorerna i kategori växtval, i den teoretiska modellen, eftersöks. Sökkriterierna för att finna växtvalen för lösningsförslaget är således: utbrett rotsystem, lång rotlängd, hög densitet av finrötter, stresstolerans för solinstrålning och stående vatten, samt snabb och konkurrenskraftig tillväxt. Hänsyn tas även till ökad diversitet och förstärkt succession enligt förutsättningarna för respektive nyckelområde. Vidare, är det även aktuellt att se över växtkompositionen på ytterligare en nivå. Det för att koncentrationen vid höga vattenflöden är kraftig på de punkter där interceptionen är låg. För att minska belastningen och fördröja vattenflödet och därigenom påverka sedimenttransporten negativt ovanför åkanten, skulle det vara aktuellt att söka förbättra såväl infiltration som interception.

Gemensamt för nyckelområde 1 och 2 är att de erosionsproblem som konstateras i fältstudien är lokaliserade längs med åkanten, där olika grad av underminering pågår. Eftersträvansvärt för båda områdena torde därför vara att söka minska den turbulens vid åkanten som orsakas av vattenhastigheten. För att minska turbulensen skall vegetation planteras vid de lokaler där erosion pågår. På så vis binds jorden, och turbulensen vid åkanten påverkas negativt. Vid själva genomförandet är det därför viktigt att planterade växter inte utsätts för någon högre turbulens fram till det att god etablering är säkerställd. Det genom antingen användning av faskiner eller uppbyggd ö av sten, enligt teknisk principskiss nedan.



Figur 8. Teknisk principskiss över åkanten. BAW-BfG (2008)

7.1 Nyckelområde 1

Majoriteten av valda örter är snabbväxande och sprider sig med rhizomer, vilket ger ett kraftigt sammanhängande rotsystem i det övre jordlagret. Ett sådant rotsystem är dessutom särskilt eftersträvansvärt vid helt avsaknad vegetativ beklädnad av marken, vilket är fallet vid de lokaler där erosion pågår.

Interceptionen och infiltrationen för området är låg, vilken söks förbättras både genom vintergröna arter och införsel av fler och tydligare skikt. Det innebär även indirekt att förutsättningar för ett stabiliserande rotsystem i de lägre jordlagren skapas på platsen. För att öka hållbarheten i systemet återfinns även sekundära arter i växtlistan som *Picea sitchensis* (sitkagran) och *Pseudotsuga menziesii* (douglasgran). Utanför inventerat bestånd förekommer mycket *Pinus* (tall-), varför även det finns med i lösningsförslaget.

Vidare, torde det vara mycket lämpligt att införa en buffertzons närmast vattendraget om ett antal meter in mot området. Det för att det inom området förekommer klippt gräsmatta ända fram till åkanten. För att stabilisera marken här är det därför viktigt att införa en buffertzons, vilken i sig även gynnar området som biotop i strömmande vatten.

I den del av buffertzonen som är vid åkanten planteras de örtartade växterna som återfinns i växtlistan nedan. Gemensamt för alla föreslagna örter är att de har en tolerans för full solinstrålning, vilket är lämpligt då området är i ett solexponerat läge. Vid övergången från buffertzons till parkmark planteras *Aronia melanocarpa* (aronia), *Erica tetralix* (klockklung) och *Salix triandra* (mandelpil). Sedan planteras övriga träd och buskar i växtlistan jämnt fördelat över området.

Tabell 5. Växtlista, nyckelområde 1

Växtlista nyckelområde 1	
Örter	Placering: vid åkanten
Vetenskapligt namn	Svenskt namn
<i>Carex flava</i>	Knagglestarr
<i>Carex maritima</i>	Bågstarr
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Tuvtåtel
<i>Deschampsia setacea</i>	Sjötåtel
<i>Filipendula ulmaria</i>	Älggräs
<i>Filipendula rubra</i>	Amerikanskt älggräs
<i>Iris pseudacorus</i>	Gul svärdslija
<i>Iris sibirica</i>	Strandiris
<i>Juncus bufonius</i>	Vägtåg
<i>Juncus tenuis</i>	Syltåg
<i>Lythrum salicaria</i>	Fackelblomster
<i>Molinia caerulea</i>	Blåtåtel
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Blåsäv
<i>Thalictrum flavum</i>	Ängsruta
<i>Valeriana officinalis</i>	Läkevänderot
<i>Valeriana sambucifolia</i>	Flädervänderot
Buskar	Placering: in från åkanten
Vetenskapligt namn	Svenskt namn
<i>Aronia melanocarpa</i>	Aronia
<i>Erica tetralix</i>	Klockklung
<i>Ilex verticillata</i>	Sommarjärnek
<i>Microbiota decussata</i>	Krypthuja
<i>Rhamnus frangula</i>	Brakved
<i>Salix triandra</i>	Mandelpil
<i>Taxus baccata</i>	Idegran
Träd	Placering: in från åkanten
Vetenskapligt namn	Svenskt namn
<i>Abies grandis</i>	Kustgran
<i>Acer rubrum</i>	Rödlönn
<i>Betula nigra</i>	Svartbjörk
<i>Pinus cembra</i>	Cembratall
<i>Picea sitchensis</i>	Sitkagran
<i>Quercus palustris</i>	Kärrek
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Douglasgran

7.2 Nyckelområde 2

De örter som återfinns i växtlistan här är snabbväxande och sprider sig med rhizomer, vilket är fördelaktigt i sammanhanget då de skapar ett utbrett rotsystem i det övre jordlagret. Vid de lokaler där erosion pågår saknas dessutom vegetation, vilket gör att snabb vegetativ beklädnad är aktuell.

Eftersom infiltrationen och interceptionen för området behöver förbättras, då framförallt genom att skapa en tydligare skiktad struktur och större artdiversitet, återspeglas detta i växtlistan nedan. I nuvarande trädskikt är ljusgenomsläppet högt, varför valda arter i buskskiktet som exempelvis *Sorbaria sorbifolia* (rönnspirea), *Taxus baccata* (idegran) och *Viburnum opulus* (skogsolvon) skapar en skärm som bättre kontrollerar fältskiktet och därmed minskar den slyiga karaktären. De arter som föreslås i trädskiktet är i majoritet sådana som har utvecklat en tolerans för hög exponering av solljus. För att öka hållbarheten i systemet återfinns även sekundära arter i växtlistan som *Picea sitchensis* (sitkagran), vilka kompletterar områdets succession. Presenterade buskar och träd skall planteras jämnt över hela området.

De örtartade växter som återfinns i växtlistan nedan skall planteras vid åkanten i de lokaler där erosion förekommer. Det för att stabilisera det övre jordlagret samt minska den turbulens i vattendraget som orsakar erosion. Då åkantens solinstrålning varierar över området, har föreslagna arter olika tolerans för detta. De arter som är markerade (*) har en tolerans för full solinstrålning, medan de utan markering kan hantera en mer varierad sådan.

Tabell 6. Växtlista, nyckelområde 2

Växtlista nyckelområde 2	
Örter	Placering: vid åkanten
Vetenskapligt namn	Svenskt namn
<i>Aesclepias incarnata</i>	Rosensidenört
<i>Carex flava</i> *	Knagglestarr
<i>Carex maritima</i> *	Bågstarr
<i>Darmera peltata</i>	Sköldbräcka
<i>Deschampsia setacea</i> *	Sjötåtel
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Hampflockel
<i>Filipendula rubra</i>	Amerikanskt älggräs
<i>Juncus ensifolius</i>	Syltåg
<i>Lythrum salicaria</i> *	Fackelblomster
<i>Myostis palustris</i>	Förgätmigej
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Blåsäv
<i>Spartina pectinata</i>	Spartina
<i>Thalictrum flavum</i>	Ängsruta
Buskar	Placering: in från åkanten
Vetenskapligt namn	Svenskt namn
<i>Euonymys europaeus</i>	Benved
<i>Ledum palustre</i>	Skvattram
<i>Rhamnus frangula</i>	Brakved
<i>Ribes alpinum</i>	Måbär
<i>Salix repens</i>	Krypvide
<i>Sorbaria sorbifolia</i>	Rönnspirea
<i>Taxus baccata</i>	Idegran
<i>Viburnum opulus</i>	Skogsolvon
Träd	Placering: in från åkanten

Vetenskapligt namn	Svenskt namn
<i>Abies veitchii</i>	Fujigran
<i>Acer saccharinum</i>	Silverlön
<i>Betula alleghaniensis</i>	Gulbjörk
<i>Betula nigra</i>	Svartbjörk
<i>Betula pubescens</i>	Glasbjörk
<i>Picea sitchensis</i>	Sitkagran

8 Diskussion

För att återkoppla till de frågor jag ämnade söka svar på genom studien hanterade de vad forskning menar vara lämpligt biologiskt material som naturanpassat erosionsskydd i vattendrag, samt vilka faktorer som styr i valet av detta. Den utarbetade teoretiska modellen bidrar med ett tydligt svar på det, där faktorer att beakta presenterades per kategori.

Litteraturstudien, som utgjorde grunden för den teoretiska modellen, baserades på en sökning efter vetenskapliga artiklar vilka behandlade rötters påverkan på erosion i vattendrag och i slänter. Ingen distinktion mellan litteratur som hanterade de två problemområdena gjordes i studien, varför den teoretiska modellen även torde vara applicerbar vid planering av naturanpassade erosionsskydd i slänter. Att ingen distinktion gjordes mellan litteratur som hanterade erosion i vattendrag och i slänter grundar sig i att mycket forskning inte gjort en sådan uppdelning. Det för att det är växters påverkan på effekterna av en ökad koncentration av vattenflödet i marken som är centralt här. Det visade sig spela mindre roll om den koncentrationen sker i en slänt eller i ett vattendrag, då liknande typ av påfrestning på rötternas erosionsbegränsande förmåga uppstår oavsett. Aktuellt för vidare forskning skulle därför vara att applicera den teoretiska modellen på slänter med erosionsproblem.

Syftet med studien var att bidra med ett klagörande inom ämnet för att underlätta för kommande forskning, samt att öka kunskapen för arbetsverksamma. Genom den utarbetade teoretiska modellen finns numera ett verktyg att använda vid planering av naturanpassade erosionsskydd. Lämpligt för vidare forskning skulle vara att genomföra en mer omfattande sammanställning av lämpliga arter för olika ståndorter och zoner, med utgångspunkt ur den teoretiska modellen.

Vidare, sökte jag i studien även se hur resultatet av tidigare nämnd frågeställning kunde appliceras på en fältstudie i verkligheten. För att svara på det undersöktes två nyckelområden med konstaterade erosionsskador i Rönne å. De lösningsförslag som presenterades i studien poängterade viktigheten i att se till vegetativa bestånd som hela system, där interception och infiltration spelade en stor roll i sammanhanget. Det för att arbetet med erosionsbegränsande åtgärder även skall beakta orsaken till problemet; vattenflödet. I de fall där vattenflödet inte har någon större möjlighet att fördröjas eller infiltreras, kommer den erosionsbegränsande förmågan att vara minimal. Då den teoretiska modellen endast applicerades på två nyckelområden i Rönne å skulle även ett förslag till vidare forskning vara att applicera modellen på fler lokaler i vattendraget. Det för att det längs med vattendraget finns många lokaler med erosionsskador, vilka hade kunnat förstärka eller validera den teoretiska modellen ytterligare.

Vad gäller vald metod för fältstudien, linjekorsningsinventeringen, lämpade den sig väl för syftet. Att andra tillämpbara metoder som cirkelyteinventering och bältesinventering valdes bort grundades i studiens tidsomfattning, då de metoderna ansågs vara mer tidskrävande. I och med att inventeringen upprepades fem meter innanför tidigare inventerad linje torde resultatet av fältstudien visa på representativt urval. Att inventeringen inte omfattade fältskiktet torde inte ha någon större påverkan på studiens resultat. Det för att forskning visade att det var ett diversifierat rotsystem i kombination med god marktäckningsgrad som var centralt att beakta. En inventering av fältskiktet hade dock givit ett intressant uppslag på örtartade växter.

De växtval som presenterades i lösningsförslagen utgick från den teoretiska modellen, vilken grundades i växternas strategier. Fördelen med att modellen inte presenterade specifika arter utan mer utgjorde ett verktyg i sökandet efter lämpliga arter, gjorde att ståndortsanpassningen underlättades. Vid växtval för naturmark är det viktigt att se till befintlig vegetation i närområdet och även studera vilka arter som är naturligt förekommande i aktuell typ av biotop. Införsel av exotiska arter skall ske med försiktighet, för att inte riskera att introducera en art som kraftigt förändrar naturmarkens förutsättningar och spelregler för konkurrens. Samtidigt kan det vara nödvändigt att förstärka diversiteten för ett område, och då lämpliga naturligt förekommande arter är få i urval kan exotiska arter utgöra ett bra komplement.

De två nyckelområdena representerade olika typer av offentliga miljöer med samma erosionsklassificering, där nyckelområde 1 var i parkmiljö och nyckelområde 2 var i naturlig miljö med strövområden. Det gjorde att förutsättningarna var olika, samt att lösningsförslagen påverkade områdesbilden och tillgängligheten av varierande grad. Genom faktorer som exempelvis diversitet och struktur i växtkompositionen kan den biologiska mångfalden påverkas. Den buffertzonen som är föreslagen i nyckelområde 1 är ett exempel på hur den biologiska mångfalden kan förstärkas genom de faktorerna. Tillgängligheten för människor påverkas dock kraftigt för området närmst vattendraget, framförallt i jämförelse med den befintliga klippta gräsmattan. Samtidigt erbjuder den föreslagna buffertzonen ökade upplevelsevärden. Ur säkerhetssynpunkt kan dock en begränsad tillgänglighet vara att föredra, framförallt vid de lokaler där erosion pågår. Vad gäller tillgängligheten i nyckelområde 2 förändras inte denna nämnvärt då den befintliga vegetationen vid vattendraget har en relativt kraftig tillväxt, och därigenom verkar begränsande.

Diversitet är ett för studien odefinierat begrepp utan avgränsning. Antal arter för att uppnå en diversitet torde dock styras av ytan för aktuellt område. Det för att mindre områden inte förutsätter samma mängd olika arter som större. Då studerade nyckelområdena omfattade sträckor om 250-350 meter förutsätts fler arter per skikt än om området hade varit mindre. Att diversiteten beror på ytan för aktuellt område gör att en definition, eller avgränsning, av begreppet i siffror inte ses som tillämpligt. Diversiteten är även viktig att beakta ur hållbarhetssynpunkt, då den ger ett stabilt system även om en sjukdom skulle drabba någon eller några arter. Vidare, är det fördelaktigt vid plantering då oddsen för god etablering är högre om risken sprids på flera arter. Diversiteten kan därför även användas för att säkerställa ett bättre utfall.

Sammanfattningsvis kan sägas att jag i studien svarade på både syfte och frågeställning genom litteratur- och fältstudien. Den teoretiska modellen baserades på litteratur som hanterade erosionsproblematiken i vattendrag och slänter, varför den torde kunna appliceras i slänter även om studien enbart applicerat den i vattendrag. Lösningsförslagen för respektive nyckelområde utarbetades med hjälp av den teoretiska modellen, vilken påvisade viktiga faktorer att beakta vid planering av naturanpassade erosionsskydd.

8.1 Slutsatser

Studien visade att det var fördröjningen av vattenflödet ovan mark i kombination med stabilisering med hjälp av ett diversifierat rotsystem under mark, som var viktigt att beakta vid planering av naturanpassade erosionsskydd. Minst lika viktigt visade det sig även vara att analysera växtkompositionen på ytterligare en nivå, där hänsyn tas till beståndets infiltration och interception. Det för att koncentrationen vid höga vattenflöden är kraftig på de punkter

där interceptionen är låg; en förstärkt infiltration och interception skulle bidra med en minskad koncentrerad belastning och en fördröjning av vattenflödet.

Givet diskussionen, hanterar den teoretiska modellen växternas strategier. Hur interceptionen och infiltrationen för aktuellt område skall behandlas styrs av omgivande kulturlandskap. Interceptionen och infiltrationen skall alltid söka förbättras för de lokaler som har erosionsskador, men växtkompositionen i det naturanpassade erosionsskyddet skall inte förändra landskapsbilden. De faktorerna kan därför inte ingå i den teoretiska modellen, men är mycket viktiga att beakta i arbetet med planering av naturanpassade erosionsskydd.

Källförteckning

- Andersson, H., Bengtsson, P. E., Berglund, C., Larsson, R., Sällfors, G., Öberg-Högsta, A. L. (1998). *Skredet i Vagnhärad. Teknisk/Vetenskaplig Utredning om Skredets Orsaker*. Statens Rapport 56. Linköping: Statens Geotekniska Institut.
<http://www.swedgeo.se/upload/publikationer/Rapporter/pdf/SGI-R56.pdf> (hämtad 2013-11-12).
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L., Thomas, L. (2001). *Introduction to Distance Sampling. Estimating Abundance of Biological Populations*. New York: Oxford University Press Inc.
- Bundesanstalt Für Wasserbau (BAW), Bundesanstalt Für Gewässerkunde (BfG) (2008). *Studies on Alternative Technical-Biological Bank Protection Measures Applied on Inland Waterways. Part 2: Test Stretch Stolzenau/Weser*. BAW-No: 2.04.10151.00. BfG-No: 1579. BAW-BfG.
- Burylo, M., Rey, F., Mathys, N., Dutoit, T. (2012). Plant Root Traits Affecting The Resistance of Soils to Concentrated Flow Erosion. *Earth Surface Processes and Landforms*, 37, 1463-1470.
- Coppin, N. J., Richards, I. G. (2007) *Use of Vegetation in Civil Engineering*. London: CIRIA.
- De Baets, S., Poesen, J., Knapen, A., Barberá, G. G., Navarro, J. A. (2007). Root Characteristics of Representative Mediterranean Plant Species and Their Erosion-Reducing Potential during Concentrated Runoff. *Plant and Soil*, 294, 169-183.
- De Baets, S., Poesen, J., Reubens, B., Wemans, K., De Baerdemaeker, J., Muys, B. (2008). Root Tensile Strength and Root Distribution of Typical Mediterranean Plant Species and Their Contribution to Soil Shear Strength. *Plant and Soil*, 305, 207-226.
- Donat, M. (1995). Bioengineering Techniques for Streambank Restoration. A Review of Central European Practices. *Watershed Restoration Project, 2*. Ministry of Environment, Lands and Parks and Ministry of Forests
http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/ffip/Donat_M1995.pdf (hämtad 2013-11-12).
- Douglas, G. B., Mcivor, I. R., Manderson, A. K., Koolaard, J. P., Todd, M., Braaksma, S., Gray, R. A. J. (2011). Reducing Shallow Landslide Occurrence in Pastoral Hill Country Using Wide-Spaced Trees. *Land Degradation & Development*, 24, 103-114.
- Du, Q., Zhong, Q. C., Wang, K. Y. (2010). Root Effect of Three Vegetation Types on Shoreline Stabilization of Chongming Island, Shanghai. *Pedosphere*, 20(6), 692-701.
- Erktan, A., Cécillon, L., Roose, E., Frascaria-Lacoste, N., Rey, F. (2013). Morphological Diversity of Plant Barriers Does Not Increase Sediment Retention in Eroded Marly Gullies under Ecological Restoration. *Plant and Soil*, 370, 653-669.
- Fatahi, B., Khabbaz, H., Indraratna, B. (2008). Bioengineering Ground Improvement Considering Root Water Uptake Model. *Ecological Engineering*, 36, 222-229.

- Fatahi, B., Khabbaz, H., Indraratna, B. (2009). Parametric Studies on Bioengineering Effects of Tree Root-Based Suction on Ground Behaviour. *Ecological Engineering*, 35, 1415-1426.
- Fattet, M., Fu, Y., Ghestem, M., Ma, W., Foulonneau, M., Nespoulous, J., Le Bissonnais, Y., Stokes, A. (2011). Effects of Vegetation Type on Soil Resistance to Erosion: Relationship between Aggregate Stability and Shear Strength. *Catena*, 87, 60-69.
- Ghestem, M., Sidle, R. C., Stokes, A. (2011). The Influence of Plant Root Systems on Subsurface Flow: Implications for Slope Stability. *BioScience*, 61, 869-879.
- Google Maps (2013). *Sökning: Ängelholm*. maps.google.com (hämtad 2013-12-20).
- Gyssels, G., Poesen, J., Bochet, E., Li, Y. (2005). Impact of Plant Roots on The Resistance of Soils to Erosion by Water: A Review. *Progress in Physical Geography*, 29(2), 189-217.
- Hu, X. S., Brierley, G., Zhu, H. L., Li, G. R., Fu, J. T., Mao, X. Q., Yu, Q. Q., Qiao, N. (2013). An Exploratory Analysis of Vegetation Strategies to Reduce Shallow Landslide Activity on Loess Hillslopes, Northeast Qinghai-Tibet Plateau, China. *Journal of Mountain Science*, 10(4), 668-686.
- Hubble, T. C. T., Docker, B. B., Rutherford, I. D. (2009). The Role of Riparian Trees in Maintaining Riverbank Stability: A Review of Australian Experience and Practice. *Ecological Engineering*, 36, 292-304.
- Jiao, J., Tzanopoulos, J., Xofis, P., Bai, W., Ma, X., Mitchely, J. (2007). Can The Study of Natural Vegetation Succession Assist in The Control of Soil Erosion on Abandoned Croplands on The Loess Plateau, China? *Restoration Ecology*, 15(3), 391-199.
- Krok, Th. O. B. N., Almquist S. (1994). *Svensk Flora. Fanerogamer Och Ormbunksväxter*. 28 uppl., Stockholm: Liber AB.
- La Mantia, T., Messana, G., Billeci, V., Dimarca, A., Del Signore, M. B., Leanza, M., Livreri Console, S., Maraventano, G., Nicolini, G., Prazzi, E., Quattrini, P., Sanguedolce, F., Sorrentino, G., Pasta, S. (2012). Combining Bioengineering and Plant Conservation on A Mediterranean Islet. *iForest – Biogeosciences and Forestry*, 5, 296-305.
- Lundström, K., Andersson, M. (2008). *Växter Som Skydd mot Erosion och Ytliga Ras i Branta Jordslänter. Demonstrationsförsök i Bispgården och Bydalen*. Varia 593. Linköping: Statens Geotekniska Institut. <http://www.swedgeo.se/upload/Publikationer/Varia/pdf/SGI-V593.pdf> (hämtad 2013-11-18).
- Naturvårdsverket & Fiskeriverket (2008). *Ekologisk Restaurering av Vattendrag*. Fiskeriverket och Naturvårdsverket. <https://www.havochvatten.se/download/18.64f5b3211343cffddb2800022567/1348912824990/Ekologisk+restaurering+av+vattendrag.pdf> (hämtad 2013-11-19).
- Nitzelius, T., Vedel, H. (1998). *Skogens Träd & Buskar*. 2 uppl., Stockholm: Nordstedts Förlag.

Norconsult (2013). *Ängelholms Kommun. Erosionsutredning av Rönne Å*. Uppdragsnr: 102 44 86. Göteborg: Norconsult AB.

Pierret, A., Latchackak, K., Chathanvongsa, P., Sengtaheuanghoung, O., Valentin, C. (2007). Interactions between Root Growth, Slope and Soil Detachment Depending on Land Use: A Case Study in A Small Mountain Catchment of Northern Laos. *Plant and Soil*, 301, 51-64.

Rannka, K. (2002). *Slå Rot – och Vax upp. Vegetation Som Förstärkningsmetod*. Diariernr: 1-0103-0164. Statens Geotekniska Institut.

Ringvall, A., Fridman, J., Lämås, T., Ståhl, G. (2000). Inventering av Död Ved – Några Objektiva Inventeringsmetoder. *Institutionen för Skoglig Resurshållning och Geomatik. Fakta Skog, 1*. Sveriges Lantbruksuniversitet. <http://www.slu.se/PageFiles/33707/2000/S00-01.pdf> (hämtad 2013-11-14).

Räddningsverket (2002). Översiktlig Översvämningskartering Längs Rönne Å. Sträckan Från och Med Västra Ringsjön Till Utloppet i Kattegatt. Rapport nr: 29. <https://www.msb.se/Upload/Kunskapsbank/Kartor/oversvamningskartering/Rönne%20Å.pdf> (hämtad 2013-12-08).

Sjöman, H., Lorentzon, K. (2005). *Barrväxter – Mer Än Bara Vintergrönt*. Gröna Fakta (6). Alnarp: Movium.

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU). Kartgeneratören: Jordartskarta. <http://maps2.sgu.se> (hämtad 2013-12-10).

Statens Geotekniska Institut (SGI) (2012). Hur Påverkas Samhället: Erosion. <http://www.klimatanpassning.se/Hur-paverkas-samhallet/Mark-och-jord/erosion-1.22609> (hämtad 2013-11-12).

Statens Geotekniska Institut (SGI). Om SGI. http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage____134.aspx?epslanguage=SV (hämtad 2013-11-12).

Statens Geotekniska Institut (SGI). Svenska Skred och Ras. http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage____1063.aspx?epslanguage=SV (hämtad 2013-11-12).

Statens Geotekniska Institut (SGI). Vad Är Erosion. http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage____2329.aspx?epslanguage=SV (hämtad 2013-11-12).

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) (2012). Sveriges Klimat Har Blivit Varmare och Kallare. <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat-har-blivit-varmare-och-blotare-1.21614> (hämtad 2013-11-12).

Sweco Environment (2011). Stranderosion i Engelholms Kommun. Inventering av Nuvarande Förhållande och Rekommendationer för Framtiden. Uppdragsnr: 1220070000. <http://www.erosionsskadecentrum.se/Erosionssajt.nsf/wwwpages/37050B1B8ABC153CC125>

7202004A1CA6/\$File/Sweco%20-%20Stranderosion%20i%20%C4ngelholm%202011-05-28.pdf (hämtad 2013-12-08).

Trafikverket. (2010). *Ingenjörssbiologi*. SGF Nord.
https://www.msb.se/Upload/Forebyggande/Naturolyckor_klimat/nationell_plattform/Ingenjörssbiologi%20SGF%20NORD%202010.pdf (hämtad 2013-11-12).

Trost, J. (2010). *Kvalitativa Intervjuer*. 4. uppl., Lund: Studentlitteratur AB.

Wang, E., Xin, C., Williams, J. R., Xu, C. (2006). Predicting Soil Erosion for Alternative Land Uses. *Journal of Environmental Quality*, 35, 459-467.

Wiström, B., Richnau, G., Busse Nielsen, A., Gustavsson, R. (2009). *Strukturrika Planteringar – En Möjlighet För Stadens Grönska*. Gröna Fakta (5). Alnarp: Movium.

Xiao, Q., McPherson, E. G. (2003). Rainfall Interception by Santa Monica's Municipal Urban Forest. *Urban Ecosystems*, 6, 291-302.

Ängelholms kommun (2011). Inventering av Ängelholms Kommuns Förmåga Att Hantera Risker och Kriser – Underlag för kommande arbete.
<http://www.engelholm.se/Documents/Kommun%20och%20politik/Säkerhet%20och%20kris/RSA/Inventering%20av%20krisledningsförmågan%20Ängelholms%20kommun%20-%20Mandatperiod%202011-2014.pdf> (hämtad 2013-12-08).